

CONEXIÓN SELECTIVA DE REGIONES DE FONDO DE POZO

La presente invención se relaciona con un método y aparato para conectar selectivamente una primera región de comunicación fluida a una región de comunicación fluida adicional en una ubicación de fondo de pozo. En particular, pero no exclusivamente, la presente invención se relaciona con una válvula de drenaje de tubería que comprende al menos un elemento de polarización que determina una presión umbral que debe superarse mediante una presión de fluido en la primera región de comunicación fluida para conectar la primera región de comunicación fluida a una región de comunicación fluida adicional.

La necesidad de extraer un fluido de una ubicación subterránea es bien conocida. En particular, la extracción de agua, petróleo y otros fluidos a través de un pozo de exploración se usa ampliamente. Generalmente, los pozos de exploración se perforan en el suelo para acceder a los depósitos subterráneos de fluidos. Por lo tanto, las profundidades de los pozos de exploración pueden variar desde unos pocos metros hasta decenas de miles de metros dependiendo de la profundidad del depósito de fluido. Los sistemas de perforación de pozo frecuentemente incluyen un pozo de exploración perforado para el propósito de extracción de fluidos. Estos pueden incluir uno o más mecanismos de tubería de fondo de pozo

que se extienden hacia el pozo de exploración. Frecuentemente, se utiliza más de un mecanismo de tubería de fondo de pozo. Convencionalmente, la circunferencia externa del pozo de exploración se recubre con material de fijación, frecuentemente concreto, que incluye perforaciones que permiten que el fluido entre en el pozo de exploración desde los depósitos de fluido que rodean al menos parcialmente una porción del pozo de exploración. El espacio entre el mecanismo de tubería y el revestimiento del pozo de exploración proporciona un anillo que puede permitir el flujo de fluido dentro de la perforación. Una perforación de tubería definida por y ubicada dentro del mecanismo de tubería también proporciona un conducto para el flujo de fluido y frecuentemente es el conducto de fluido a través del cual se extrae el fluido de regiones de fondo de pozo del pozo de exploración. Esto es particularmente útil en un sistema de perforación de pozo que requiere elevación artificial. Frecuentemente la perforación de pozo está cubierta por un aparato de producción adicional que, particularmente en aplicaciones de producción de petróleo y gas, es un aparato de boca de pozo. En sistemas de perforación de pozo submarinos, el aparato de boca de pozo es frecuentemente un árbol submarino.

Los sistemas de perforación de pozo pueden contener una presión interna sustancial de tal manera que

un fluido deseado se expulse desde la ubicación subterránea y a través del pozo de exploración o perforación de tubería de manera natural. Sin embargo, frecuentemente es necesario proporcionar elevación artificialmente al sistema de perforación de pozo para extraer el fluido de regiones de fondo de pozo del pozo de exploración. De hecho, la mayoría de los sistemas de perforación de pozo requerirán un grado de elevación artificial en algún punto durante su vida útil de producción. En la técnica se conocen muchos métodos para proporcionar elevación artificial y el uso de un método particular depende en gran medida de su idoneidad para un sistema particular de perforación de pozo, considerando particularmente el entorno del sistema de perforación de pozo y el grado de elevación requerido. Un método de este tipo con particular relevancia para aplicaciones de perforación de pozos tanto de tierra como submarinas implica el uso de una o más bombas eléctricas sumergibles (ESP, por sus siglas en inglés).

Una ESP es un dispositivo de fondo de pozo usado para generar elevación artificialmente en una ubicación subterránea y se usa particularmente en aplicaciones de producción de petróleo y agua. Las ESP generalmente se ubican en un pozo de exploración como parte de/dentro del mecanismo de tubería de fondo de pozo. Las ESP son frecuentemente bombas centrífugas (que pueden ser bombas

centrífugas de múltiples etapas) y, por lo tanto, incluyen un impulsor (o una serie de impulsores) que gira para mover el fluido hacia arriba en el mecanismo de tubería. Generalmente una ESP se ubica en una sección del mecanismo de tubería directamente por encima de uno o más puertos de entrada y hacia el extremo más cercano al fondo de pozo de un mecanismo de tubería particular. El impulsor giratorio de la ESP imparte de esta manera un diferencial de presión a través de la sección de tubería de tal manera que el fluido se lleva hacia el mecanismo de tubería desde el anillo a través del puerto de entrada y el fluido en el mecanismo de tubería se mueve hacia la superficie del pozo de exploración. A medida que el fluido se lleva hacia la tubería, el fluido adicional proveniente de los depósitos de fluido puede entrar en el anillo a través de las perforaciones del pozo de exploración.

Puede haber casos que requieren que la ESP se desactive. Los ejemplos de tales ocasiones incluyen casos en donde no se requiere elevación artificial (ya sea debido a que la presión natural del sistema de perforación de pozo es suficiente para la extracción de fluido a través del pozo de exploración/mecanismo de tubería o durante un lapso en la producción de fluido del sistema de perforación de pozo) y casos en donde se requiere mantenimiento de la ESP u otro aparato (en el fondo de pozo o en otro lugar). Convencionalmente, la

elevación reducida debido a la desactivación de la ESP puede causar que el fluido dentro del mecanismo de tubería caiga hacia un extremo de tubería de fondo de pozo por gravedad u otros mecanismos de este tipo. Por lo tanto, el fluido en el mecanismo de tubería por encima de la ESP puede caer a través de la ESP en ausencia de elevación, de esta manera hace que el impulsor se vea forzado a rotar en una dirección opuesta a su dirección de operación prevista. Esta rotación forzada puede causar daños a la ESP, lo que puede ser costoso y cuya reparación puede consumir mucho tiempo y puede hacer que todo el sistema de perforación de pozo esté inactivo durante un período de tiempo incurriendo de esta manera en costos adicionales sustanciales y pérdida de ganancia. Los fluidos subterráneos tales como el petróleo también pueden portar una amplia variedad de desechos tales como partículas de roca y arena y similares, particularmente en un sistema de perforación de pozo en donde se ha perforado un pozo de exploración. Estos desechos pueden entrar en la ESP y causar daños significativos, y pueden formar tapones/bloqueos en el mecanismo de tubería por encima de la ESP, de esta manera reduce la función del sistema de perforación de pozo o hace que esté inactivo.

En la técnica se conocen aparatos de válvula de drenaje de tubería. Generalmente, las válvulas de drenaje de tubería se ubican en una porción del mecanismo de

tubería de fondo de pozo entre una primera región de comunicación fluida en una ubicación sustancialmente de fondo de pozo y dentro del mecanismo de tubería y una región de comunicación fluida adicional dentro del mecanismo de tubería en una ubicación de fondo de pozo que se encuentra más hacia la superficie con relación a la primera comunicación fluida. Las válvulas de drenaje de tubería están destinadas a funcionar para inhibir la comunicación fluida entre la primera región de comunicación fluida y regiones de comunicación fluida adicionales (inhibiendo de esta manera que el fluido atrapado por encima de la ESP en la tubería caiga a través de la ESP) a la vez que proporcionan un puerto lateral/conducto de drenaje hacia el anillo (de esta manera permite que el fluido atrapado dentro de la tubería próxima a la región de comunicación fluida adicional se drene hacia el anillo). Las válvulas de drenaje de tubería también están destinadas a funcionar para conectar la primera región de comunicación fluida y la región de comunicación fluida adicional cuando la ESP proporciona elevación al cerrar el puerto lateral/conducto de drenaje hacia el anillo, de esta manera permite la extracción de fluido a través del mecanismo de tubería.

Las válvulas de drenaje de tubería convencionales se limitan al uso en sistemas de

perforación de pozo particulares. En particular, en algunos sistemas de perforación de pozo es conveniente permitir que el fluido fluya hacia el mecanismo de tubería desde el anillo a través del puerto lateral/conducto de drenaje. Algunos ejemplos de estos sistemas de perforación de pozo son los pozos de flujo libre y los sistemas de completación dual. Los sistemas de completación dual son sistemas de perforación de pozo en los cuales el fluido puede extraerse de dos depósitos de fluido simultáneamente, y frecuentemente contienen más de un mecanismo de tubería. Los sistemas de completación dual se han convertido en un sistema de perforación de pozo relativamente común en años recientes. Sin embargo, se ha descubierto que algunas válvulas de drenaje de tubería convencionales no son adecuadas para usar en algunos sistemas de perforación de pozo de flujo libre o de completación dual o similares. En particular, se ha descubierto que una presión de fluido en el anillo puede causar el cierre del puerto lateral/conducto de drenaje y conectar la primera región de comunicación fluida y las regiones de comunicación fluida adicionales, forzando de esta manera el fluido a través de la ESP. En algunos sistemas convencionales, se ha descubierto que esta presión de fluido anular es de alrededor de 3 - 7 psi; sin embargo, se entenderá que esta presión puede variar significativamente entre los sistemas. Esto da como

resultado una producción reducida y una incapacidad de implementar tales válvulas de drenaje de tubería en algunos sistemas de perforación de pozo de flujo libre o de completación dual o similares.

5 Es un objetivo de la presente invención mitigar al menos parcialmente uno o más de los problemas mencionados anteriormente.

 Es un objetivo de ciertas modalidades de la presente invención conectar selectivamente una primera
10 región de comunicación fluida en una perforación de tubería a una región de comunicación fluida adicional en una perforación de tubería.

 Es un objetivo de ciertas modalidades de la presente invención proporcionar una válvula de drenaje de
15 tubería adecuada para sistemas de perforación de pozo de completación dual y/o sistemas de perforación de pozo con elevación natural adecuada y/o cualquier sistema de perforación de pozo en el cual fluido proveniente de un anillo fluye hacia la perforación de tubería en ausencia
20 de elevación artificial tal como cuando la ESP se apaga.

 Es un objetivo de ciertas modalidades de la presente invención proporcionar una válvula de drenaje de tubería en la cual al menos un elemento de polarización, que opcionalmente es al menos un imán, determina una
25 presión umbral particular, que opcionalmente es alrededor de 200 psi, que debe superarse mediante una presión de

fluido cerca de una primera región de comunicación fluida en la perforación de tubería para conectar la primera región de comunicación fluida a una región de comunicación fluida adicional en la perforación de tubería.

Es un objetivo de ciertas modalidades de la presente invención proporcionar una válvula de drenaje de tubería que comprende al menos un elemento de polarización, que opcionalmente es al menos un imán, que no incluye componentes de fricción ni introduce una fricción sustancial en la válvula de drenaje de tubería.

Es un objetivo de ciertas modalidades de la presente invención proporcionar un aparato que comprende al menos un puerto lateral que está abierto a un anillo y un elemento de polarización, que opcionalmente es al menos un imán, en donde el elemento de polarización determina una presión umbral, que opcionalmente es alrededor de 200 psi, que debe superarse mediante una presión de fluido cerca de una primera región de comunicación fluida en la perforación de tubería para cerrar el puerto lateral al anillo.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para conectar selectivamente una primera región de comunicación fluida a una región de comunicación fluida adicional en una ubicación de fondo de pozo, que comprende:

un alojamiento alargado, que puede ubicarse en una perforación de pozo, que comprende una primera porción de extremo asociada con una primera región de comunicación fluida;

5 un miembro de cubierta deslizable axialmente dentro del alojamiento y polarizado hacia la primera porción de extremo a través de al menos un elemento de polarización; y

un miembro de transporte alargado deslizable
10 axialmente dentro del alojamiento y que puede ubicarse de manera deslizable en una relación sellada o en una relación no sellada con el miembro de cubierta; en donde

el elemento de polarización proporciona una
15 fuerza de polarización predeterminada que determina una presión umbral que una presión de fluido debe exceder en la primera región de comunicación fluida para permitir el movimiento axial del miembro de cubierta lejos de la
20 primera región de comunicación fluida o hacia una región de comunicación fluida adicional.

Convenientemente, en un primer modo de operación, el miembro de cubierta se polariza hacia la primera porción de extremo y el miembro de transporte se
25 dispone en una primera posición que proporciona una relación sellada con el miembro de cubierta;

en un modo de operación intermedio, el miembro de cubierta se desplaza axialmente hacia la región de comunicación fluida adicional con relación a dicha posición del primer modo de operación, pero
5 permanece dispuesto en una relación sellada con el miembro de cubierta; y
en un modo de operación adicional, el miembro de transporte se desplaza axialmente adicionalmente hacia la región de comunicación
10 fluida adicional y se dispone en una relación no sellada con el miembro de cubierta.
Convenientemente, el alojamiento comprende al menos un primer puerto lateral cada uno de los cuales está próximo a la región de comunicación fluida; y
15 el miembro de transporte comprende al menos un puerto lateral adicional que puede ubicarse selectivamente cerca de la región de comunicación fluida adicional en una relación alineada con un respectivo primer puerto lateral; en donde
20 el primer puerto lateral y el puerto lateral adicional están al menos parcialmente alineados en el primer modo de operación, y el primer puerto lateral y el puerto lateral adicional no están axialmente alineados en los modos de
25 operación intermedio y adicional.

Convenientemente, el aparato comprende además un miembro de casquillo deslizable axialmente dentro del alojamiento y dispuesto entre el alojamiento y el miembro de transporte, en donde el miembro de casquillo se
5 dispone para dejar al menos parcialmente abierto el primer puerto lateral en el primer modo de operación, y el miembro de casquillo se dispone para cerrar el primer puerto lateral en el modo de operación intermedio y adicional.

10 Convenientemente, el elemento de polarización comprende al menos un elemento magnético y, opcionalmente, el alojamiento comprende una base en la cual se dispone el elemento magnético; en donde

la base proporciona una superficie de soporte
15 contra la cual el miembro de cubierta colinda en el primer modo de operación para de esta manera establecer un grado de movimiento axial del miembro de cubierta.

Convenientemente, el elemento de polarización
20 está al menos parcialmente cubierto por un revestimiento protector.

Convenientemente, una presión de fluido se determina mediante la operación de una bomba eléctrica sumergible (ESP) que puede ubicarse en o cerca de la
25 primera región de comunicación fluida.

Convenientemente, el aparato comprende además al menos un elemento de polarización adicional para polarizar el miembro de cubierta, el miembro de transporte y opcionalmente el miembro de casquillo hacia la primera región de comunicación fluida, y en donde
5 opcionalmente el elemento de polarización adicional es un resorte.

Convenientemente, el aparato comprende además al menos un elemento de sujeción en una superficie interna del alojamiento dispuesto para evitar que el miembro de
10 cubierta y opcionalmente el miembro de casquillo se muevan axialmente hacia la región de comunicación fluida adicional, u opcionalmente hacia la primera región de comunicación fluida, más allá de una distancia
15 predeterminada.

Convenientemente, el alojamiento, el miembro de cubierta y el miembro de transporte se instalan en un sistema de múltiples bombas o de completación dual dentro de una perforación de pozo.

20 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para conectar selectivamente una primera región de comunicación fluida a una región de comunicación fluida adicional en una ubicación de fondo de pozo, que comprende:

25 proporcionar un alojamiento alargado en una perforación de pozo con un miembro de cubierta

deslizable axialmente dentro del alojamiento y
un miembro de transporte alargado deslizable
axialmente dentro del alojamiento, el miembro
de transporte puede moverse axialmente para
5 estar en una relación sellada o en una relación
no sellada con el miembro de cubierta; y
proporcionar una fuerza de polarización
predeterminada en el miembro de cubierta a
través de al menos un elemento de polarización
10 para de esta manera hacer que el miembro de
cubierta se mueva hacia la primera región de
comunicación fluida, la fuerza de polarización
determina una presión umbral que una presión de
fluido debe exceder en la primera región de
15 comunicación fluida para permitir el movimiento
axial del miembro de cubierta lejos de la
primera región de comunicación fluida o hacia
una región de comunicación fluida adicional.

Convenientemente, el método comprende además
20 mover axialmente el miembro de transporte y el miembro de
cubierta juntos lejos de la primera región de
comunicación fluida o hacia la región de comunicación
fluida adicional cuando la presión de fluido excede la
presión umbral; y

25 mover axialmente el miembro de transporte
independientemente del miembro de cubierta

lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida adicional cuando el miembro de cubierta se mueve axialmente a una distancia predeterminada

5 lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia una región de comunicación fluida adicional.

Convenientemente, el método comprende además proporcionar al menos un elemento de sujeción que determina

10 una distancia predeterminada que el miembro de cubierta puede moverse axialmente lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida adicional.

Convenientemente, el alojamiento incluye al

15 menos un primer puerto lateral próximo a la región de comunicación fluida adicional y el miembro de transporte incluye al menos un puerto lateral adicional que puede ubicarse en una relación al menos parcialmente alineada con el primer puerto lateral, el método comprende además:

20 mover axialmente el miembro de transporte lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida adicional de tal manera que el primer puerto lateral y el puerto lateral adicional no están axialmente

25 alineados.

Convenientemente, el alojamiento incluye un miembro de casquillo deslizable axialmente dentro del alojamiento y dispuesto entre el alojamiento y el miembro de transporte de tal manera que el miembro de casquillo se
5 dispone para dejar el primer puerto lateral al menos parcialmente abierto, el método comprende además:

mover axialmente el miembro de casquillo lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida
10 adicional de tal manera que el miembro de casquillo se dispone para cerrar el primer puerto lateral.

Convenientemente, el método comprende además proporcionar un elemento de polarización que comprende al
15 menos un elemento magnético.

Convenientemente, el método comprende además proporcionar al menos un elemento de polarización adicional para polarizar el miembro de cubierta, el miembro de transporte y opcionalmente el miembro de casquillo hacia la
20 primera región de comunicación fluida, y en donde opcionalmente el elemento de polarización adicional es un resorte.

Convenientemente, el método comprende además proporcionar una ESP en o cerca de la primera región de
25 comunicación fluida que puede operarse para determinar la presión de fluido.

Convenientemente, el método comprende además proporcionar un sistema de completación dual dentro de la perforación de pozo.

De acuerdo con el tercer aspecto de la presente
5 invención, se proporciona un método para conectar selectivamente una primera región de comunicación fluida a una región de comunicación fluida adicional en una ubicación de fondo de pozo, que comprende:

proporcionar una fuerza de polarización
10 predeterminada en un miembro de cubierta, el miembro de cubierta puede moverse axialmente dentro de un alojamiento alargado en una perforación de pozo, polarizando de esta manera el miembro de cubierta hacia una primera región
15 de comunicación fluida; y

proporcionar selectivamente una presión de fluido en la primera región de comunicación fluida; en donde

la fuerza de polarización determina una presión
20 umbral que la presión de fluido debe exceder para permitir el movimiento axial del miembro de cubierta lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia una región de comunicación fluida adicional.

25 Convenientemente, el método comprende además mover axialmente un miembro de transporte alargado dentro

del alojamiento que responde a la presión de fluido, el miembro de transporte puede moverse axialmente para estar en una relación sellada o en una relación no sellada con el miembro de cubierta.

5 Convenientemente, el método comprende además disponer el miembro de transporte para que esté en una relación sellada con el miembro de cubierta cuando la presión umbral excede la presión de fluido;

10 mover axialmente el miembro de cubierta junto con el miembro de transporte lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida adicional cuando la presión de fluido excede la presión umbral;

15 mover axialmente el miembro de cubierta junto con el miembro de transporte lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida adicional hasta un punto de sujeción predeterminado proporcionado por al menos un elemento de sujeción, en donde el
20 movimiento axial adicional del miembro de cubierta en una dirección axial lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida adicional está prohibido; y

25 ubicar el miembro de transporte para que esté en una relación no sellada con el miembro de

cubierta al mover axialmente el miembro de transporte, en respuesta a la presión de fluido, lejos de la primera región de comunicación fluida o hacia la región de comunicación fluida adicional independientemente del miembro de cubierta.

Convenientemente, el método comprende además alinear al menos parcialmente al menos un primer puerto lateral en el alojamiento con al menos un puerto lateral adicional en el miembro de transporte cuando la presión umbral excede la presión de fluido, de esta manera permite la comunicación fluida a través del primer puerto lateral y el puerto lateral adicional; y

no alinear axialmente el primer puerto lateral y el puerto lateral adicional cuando la presión de fluido excede la presión umbral, evitando de esta manera la comunicación fluida a través del primer puerto lateral y el puerto lateral adicional.

Convenientemente, el método comprende además mover axialmente un miembro de casquillo dentro del alojamiento hacia la región de comunicación fluida adicional para cerrar el primer puerto lateral cuando la presión de fluido excede la presión umbral, cerrando de esta manera el primer puerto lateral a un conducto de comunicación fluida anular externo al alojamiento.

Convenientemente, el método comprende además polarizar el miembro de cubierta, el miembro de transporte y opcionalmente el miembro de casquillo hacia la primera región de comunicación fluida a través de al menos un elemento de polarización adicional, en donde opcionalmente el elemento de polarización adicional es un resorte.

Ciertas modalidades de la presente invención proporcionan una válvula de drenaje de tubería adecuada para usar en un sistema de perforación de pozo de completación dual y/o sistema de perforación de pozo con elevación natural sustancial de tal manera que no se requiere elevación artificial.

Ciertas modalidades de la presente invención proporcionan protección de la ESP contra el reflujo de fluido en un mecanismo de tubería o contra el flujo de fluido forzado involuntario a través de la ESP, particularmente cuando el fluido contiene materia particulada, reduciendo de esta manera los costos de mantenimiento y la pérdida de ganancia debido a la inactividad de la extracción de fluido.

Ciertas modalidades de la presente invención proporcionan una válvula de drenaje de tubería que requiere que se exceda una presión umbral predeterminada mediante una presión de fluido de un fluido en/cerca de una primera región de comunicación fluida para conectar

la primera región de comunicación fluida con una región de comunicación fluida adicional, proporcionando de esta manera un mayor control sobre la conexión selectiva de la primera región de comunicación fluida y regiones de comunicación fluida adicionales.

Ciertas modalidades de la presente invención proporcionan una válvula de drenaje de tubería en donde las fluctuaciones de presión en el sistema de perforación de pozo, particularmente en el anillo y/o mecanismo de tubería, no limitan el flujo de fluido entre el anillo y la perforación de tubería a través del puerto lateral hasta que una presión umbral predeterminada se excede mediante una presión de fluido de un fluido en/cerca de la primera región de comunicación fluida.

Ciertas modalidades de la presente invención proporcionan una válvula de drenaje de tubería que incluye puertos laterales, que conectan selectivamente la perforación de tubería al anillo, que no desconectan prematuramente la perforación de tubería del anillo en respuesta a presiones variables en el anillo.

Ciertas modalidades de la presente invención se describirán de aquí en adelante, a manera de ejemplo solamente, con referencia a las figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 ilustra un sistema de perforación de pozo de completación dual en el cual se proporciona elevación artificial mediante dos ESP;

la Figura 2A ilustra una válvula de drenaje de tubería en un primer modo de operación en el cual una primera región de comunicación fluida y una región de comunicación fluida adicional están desconectadas;

la Figura 2B ilustra una ampliación de la sección de la Figura 2A encerrada por la casilla superior de línea discontinua;

la Figura 2C ilustra una ampliación de la sección de la Figura 2A encerrada por la casilla inferior de línea discontinua;

la Figura 3A ilustra una válvula de drenaje de tubería en un modo de operación intermedio en el cual una primera región de comunicación fluida y una región de comunicación fluida adicional están desconectadas;

la Figura 3B ilustra una ampliación de la sección de la Figura 3A encerrada por la casilla superior de línea discontinua;

la Figura 3C ilustra una ampliación de la sección de la Figura 3A encerrada por la casilla inferior de línea discontinua;

la Figura 4A ilustra una válvula de drenaje de tubería en un modo de operación adicional en el cual una

primera región de comunicación fluida y una región de comunicación fluida adicional están conectadas.

La Figura 4B ilustra una ampliación de la sección de la Figura 4A encerrada por la casilla superior de línea
5 discontinua;

la Figura 4C ilustra una ampliación de la sección de la Figura 4A encerrada por la casilla inferior de línea discontinua;

la Figura 5A ilustra una unidad de polarización
10 vista a lo largo del eje principal del mecanismo de tubería; y

la Figura 5B ilustra una sección transversal de una unidad de polarización.

En las figuras, los números de referencia
15 similares se refieren a piezas similares.

La Figura 1 ilustra cómo un sistema para generar elevación artificial puede implementarse en un sistema de perforación de pozo 100 para ayudar en la extracción de petróleo u otros fluidos de ese tipo de una ubicación
20 subterránea a través de un pozo de exploración 105. Se entenderá que ese tal sistema puede implementarse en tierra o en una ubicación submarina. Al menos un mecanismo de tubería 110 se ubica verticalmente dentro de un pozo de exploración de tal manera que el mecanismo de tubería se
25 extiende significativamente hacia adentro en el suelo 115 y al menos hacia adentro de un depósito de fluido 120. En el

sistema de perforación de pozo que se ilustra en la Figura 1, dos mecanismos de tubería están ubicados en serie en un sistema de completación dual. El mecanismo de tubería 110 proporciona una perforación de tubería que define un trayecto de comunicación fluida dentro del mecanismo de tubería 110. El mecanismo de tubería 110 proporciona además un anillo 122 como un espacio entre el mecanismo de tubería 110 y la circunferencia interna del pozo de exploración 105 que define un conducto de flujo de fluido anular. Una sección del mecanismo de tubería 110 proporciona una válvula de drenaje de tubería 125 que actúa para conectar selectivamente una primera región de comunicación fluida 130 ubicada dentro del mecanismo de tubería en un lugar subterráneo en el depósito de fluido 120 a una región de comunicación fluida adicional 135 ubicada dentro del mecanismo de tubería y verticalmente por encima de la primera región de comunicación fluida 130 (más cerca de la superficie del pozo de exploración 105). El mecanismo de tubería comprende al menos un puerto de entrada 140 relativamente próximo a la primera región de comunicación fluida 130. En el mecanismo de tubería que se ilustra, un anillo de puertos de entrada 140 se extiende circunferencialmente alrededor del cuerpo del mecanismo de tubería.

El fluido proveniente del depósito de fluido 120 puede entrar en el pozo de exploración 105 a través de

perforaciones 145 en la superficie circunferencial del pozo de exploración. Opcionalmente, este fluido es petróleo. Opcionalmente, este fluido es hidrocarburo. Opcionalmente, este fluido es agua. Opcionalmente, este fluido es cualquier otro fluido o combinación adecuada de fluidos y materia particulada. Se entenderá que el pozo de exploración frecuentemente se recubre con un material estructuralmente resistente que incluye intencionalmente las perforaciones 145. Opcionalmente, este material es concreto. Opcionalmente, este material es cualquier otro material adecuado. Opcionalmente, el pozo de exploración no comprende revestimiento. El fluido en el pozo de exploración 105 proveniente del depósito de fluido 120 puede entrar en la tubería a través del puerto de entrada 140. Una bomba eléctrica sumergible (ESP) 150 se ubica en el mecanismo de tubería 110 por encima del puerto de entrada 140. La ESP 150 incluye un impulsor que gira para mover el fluido hacia arriba por el mecanismo de tubería 110 y de esta manera generar elevación en el sistema de perforación de pozo 100. A medida que el impulsor gira y mueve fluido a través de la ESP, se genera un diferencial de presión local en la ESP. Este diferencial de presión da como resultado que se extraiga más fluido hacia el mecanismo de tubería desde el pozo de exploración 105 a través del puerto de entrada 140 para reemplazar el fluido que el impulsor ha movido hacia arriba. Un motor 155

asociado con la ESP 150 está ubicado debajo del puerto de entrada 140 y opcionalmente se proporciona un sello entre el puerto de entrada 140 y el motor 150. Opcionalmente, un sensor 160 se ubica en el extremo terminal de fondo de pozo del mecanismo de tubería 110.

La válvula de drenaje de tubería 125 se ubica entre la primera región de comunicación fluida 130 y la región de comunicación fluida adicional 135. La válvula de drenaje de tubería 125 puede conectar selectivamente la primera región de comunicación fluida 130 y la región de comunicación fluida adicional 135 en respuesta a una presión de fluido en la primera región de comunicación fluida 130. La válvula de drenaje de tubería 125 comprende además al menos un puerto lateral 165 que abre selectivamente la perforación de tubería dentro de la región de válvula de drenaje de tubería 125 del mecanismo de tubería 110 al anillo 122. En el mecanismo de tubería que se ilustra, un anillo de puertos laterales 165 se extiende circunferencialmente alrededor del cuerpo del mecanismo de tubería. Esto permite drenar el fluido dentro de la perforación de tubería por encima de la válvula de drenaje de tubería hacia el anillo 122 en ausencia de elevación en el sistema de perforación de pozo 100. Esto permite además el ingreso de fluido desde el anillo 122 hacia la perforación de tubería cuando se requiere. El cierre de la perforación de tubería hacia el anillo 122 a

través de los puertos laterales permite el flujo de fluido desde el puerto de entrada 140 hacia el terminal superior del mecanismo de tubería 110 cuando la ESP 150 proporciona elevación.

5 La Figura 2A ilustra una sección transversal de una válvula de drenaje de tubería en un primer modo de operación 200. Las Figuras 2B y 2C ilustran versiones ampliadas de la sección de la Figura 2A contenida dentro de la casilla superior de línea discontinua y la casilla
10 inferior de línea discontinua, respectivamente. Como se ilustra en la Figura 1, la válvula de drenaje de tubería 125 proporciona una sección del mecanismo de tubería 110, que proporciona un trayecto de comunicación fluida, entre la primera región de comunicación fluida 130 y la región
15 de comunicación fluida adicional 135. La sección de tubería que contiene la válvula de drenaje de tubería 125 proporciona un alojamiento alargado 202 que comprende una primera porción de extremo 203 asociada con la primera región de comunicación fluida 130. Opcionalmente, el
20 alojamiento 202 se fabrica de un material rígido. Opcionalmente, este material es acero o algún otro metal, aleación o compuesto adecuado. Opcionalmente, este material es cualquier otro material adecuado. Opcionalmente, el alojamiento 202 se fabrica como una
25 pieza única. Opcionalmente, el alojamiento 202 comprende múltiples piezas que están entrelazadas/unidas entre sí.

El alojamiento 202 comprende al menos un primer puerto lateral 204 próximo a la región de comunicación fluida adicional 135, el primer puerto lateral 204 está abierto al pozo de exploración 105. El alojamiento que se ilustra
5 comprende un anillo de primeros puertos laterales dispuestos circunferencialmente. Como se ilustra en la Figura 1, el espacio entre el mecanismo de tubería 110 y el borde circunferencial del pozo de exploración 105 proporciona un anillo 122. El anillo 122 está en
10 comunicación fluida con el primer puerto lateral 204.

Ubicado dentro del alojamiento 202 hay un miembro de transporte alargado 206 que puede moverse como un elemento deslizable axialmente dentro del alojamiento 202. El miembro de transporte 206 comprende al menos un puerto
15 lateral adicional 208 cerca de la región de comunicación fluida adicional 135 y un miembro de obturación 210 en un extremo terminal del miembro de transporte 206 próximo a la primera región de comunicación fluida 130. El miembro de transporte que se ilustra comprende un anillo de primeros
20 puertos laterales dispuestos circunferencialmente. Un miembro de cubierta 212 está ubicado dentro del alojamiento 202 y puede moverse como un elemento deslizable axialmente dentro del alojamiento 202. El miembro de cubierta 212 se dispone para proporcionar un diámetro interno reducido de
25 la perforación de tubería en la cual el miembro de obturación 210 puede entrar para de esta manera formar una

relación sellada entre el miembro de transporte 206 y el miembro de cubierta 212. Opcionalmente, el miembro de obturación comprende anillos de sellado compuestos de material polimérico o cualquier otro material adecuado para garantizar un sellado total de fluido entre el miembro de obturación 210 y el miembro de cubierta 212. Opcionalmente, el miembro de cubierta comprende anillos de sellado compuestos de material polimérico o cualquier otro material adecuado para garantizar un sellado total de fluido entre el miembro de obturación y el miembro de cubierta. Opcionalmente, el miembro de transporte 206 y/o el miembro de cubierta 212 están compuestos de un material rígido. Opcionalmente, este material es acero o algún otro metal, aleación o compuesto adecuado. Opcionalmente, este material es cualquier otro material adecuado.

En el primer modo de operación de la válvula de drenaje de tubería 200, los primeros puertos laterales 204 y los puertos laterales adicionales 208 se disponen al menos parcialmente en una relación alineada, que se determina por la posición relativa del miembro de transporte 206 en el alojamiento 202. Un miembro de casquillo 214 está ubicado entre el miembro de transporte y el alojamiento 202. El miembro de casquillo 214 puede moverse como un elemento deslizable axialmente dentro del alojamiento 202. Opcionalmente, el miembro de casquillo 214 está compuesto de un material rígido. Opcionalmente,

este material es acero o algún otro metal, aleación o compuesto adecuado. Opcionalmente, este material es cualquier otro material adecuado. En el primer modo de operación de la válvula de drenaje de tubería 125, el miembro de casquillo 214 se dispone para garantizar que los primeros puertos laterales 204 se abran al menos parcialmente al anillo 122 al ubicarse en un desplazamiento axial máximo hacia la primera región de comunicación fluida 130.

El alojamiento comprende una base 216 en su superficie interna cerca de la primera región de comunicación fluida. La base proporciona una superficie de soporte con la cual una superficie orientada hacia el fondo de pozo del miembro de cubierta 212 colinda en el primer modo de operación. La base 216 comprende al menos un elemento de polarización 218 configurado para polarizar el miembro de cubierta 212 hacia la primera región de comunicación fluida 130 de tal manera que el miembro de transporte 212 colinde y permanezca contiguo contra la base 216. La válvula de drenaje de tubería 125 que se ilustra comprende un elemento de polarización 218 que es un imán. Opcionalmente, el elemento de polarización es al menos un imán. Opcionalmente, el imán es un conjunto de imanes. Opcionalmente, el imán o conjunto de imanes se configura para enfocar el campo magnético hacia la superficie de soporte del miembro de

cubierta 212. Opcionalmente, el elemento de polarización 218 está al menos parcialmente rodeado por un revestimiento 220 con el fin de protección o aislamiento. Opcionalmente, este revestimiento se forma a partir de un material polimérico. Opcionalmente, el revestimiento se forma a partir de poliéter éter cetona (PEEK, por sus siglas en inglés). Opcionalmente, este revestimiento es un nailon. Opcionalmente, este revestimiento es metálico. Opcionalmente, este revestimiento se forma a partir de cualquier otro material adecuado. Como se ilustra en la Figura 2, el miembro de cubierta 212 puede comprender una porción interna que se extiende hacia el interior de la perforación de tubería debajo de la base 216 hacia la primera región de comunicación fluida 130 que puede ayudar en el sellado.

El elemento de polarización 218 proporciona una fuerza de polarización predeterminada sobre el miembro de cubierta 212, polarizando de esta manera el miembro de cubierta 212 hacia la primera región de comunicación fluida 130 y garantizando que colinde contra la base 216. Se entenderá que la fuerza de polarización determina una fuerza de rotura umbral que debe aplicarse direccionalmente hacia la región de comunicación fluida adicional con el fin de separar el miembro de cubierta 212 de la base 216. El elemento de polarización 218 se elige deliberadamente en la fabricación para proporcionar

una fuerza de rotura particular. Esta fuerza de rotura puede proporcionarse mediante la presión de fluido en la primera región de comunicación fluida 130 que incide sobre el miembro de obturación 210. De esta manera, la fuerza de rotura y, por lo tanto, la elección del elemento de polarización 218, determina una presión umbral que un fluido debe exceder en la primera región de comunicación fluida 130. Opcionalmente, esta presión umbral es entre 100 psi y 500 psi. Opcionalmente, esta presión umbral es de alrededor de 200 psi.

Se entenderá que el miembro de cubierta 212 puede incluir además un elemento de polarización que opcionalmente es un imán o un conjunto de imanes para proporcionar mayor atracción entre el miembro de cubierta 212 y la base 216. Se entenderá además que el elemento de polarización 218 puede incorporarse en el miembro de cubierta 212 en lugar de la base 216.

La válvula de drenaje de tubería 125 comprende adicionalmente al menos un elemento de polarización adicional 222, 224 que actúa para polarizar el miembro de transporte 206 hacia la primera región de comunicación fluida 130. La válvula de drenaje de tubería 125 que se ilustra comprende dos elementos de polarización adicionales 222, 224. Los elementos de polarización adicionales 222, 224 son resortes que rodean parcialmente el miembro de transporte 206 en dos posiciones dentro del

alojamiento 202. Opcionalmente, estos resortes pueden colindar con una cantidad de porciones ensanchadas 230, 232 del miembro de transporte 206 para de esta manera resistir el movimiento del miembro de transporte 206 hacia la región de comunicación fluida adicional 135. Una de tales porciones ensanchadas proporciona un anillo de bloqueo 230. Opcionalmente, una porción ensanchada adicional del miembro de transporte 234 puede colindar con un elemento de polarización adicional. Opcionalmente, el miembro de casquillo colinda con un elemento de polarización adicional 222.

El anillo de bloqueo 230 es una porción de anillo ensanchada del miembro de transporte 206 y comprende una cavidad 236 alrededor de su circunferencia. El miembro de cubierta 212 comprende al menos un collar de cubierta 240 y el miembro de casquillo comprende al menos un collar de casquillo 242. Como puede observarse en la Figura 2B, en el primer modo de operación de la válvula de drenaje de tubería 125, el collar de cubierta 240 y el collar de casquillo 242 entran en la cavidad 236 del anillo de bloqueo. En el primer modo de operación de la válvula de drenaje de tubería 125, la posición relativa del miembro de transporte 206 y el alojamiento 202 no permiten que el collar de cubierta 240 y el collar de casquillo 242 se salgan de la cavidad 236 del anillo de bloqueo. Por lo tanto, el miembro de transporte 206, el miembro de cubierta

212 y el miembro de casquillo 214 no pueden moverse independientemente uno del otro.

El primer modo de operación de la válvula de drenaje de tubería 125 desconecta la primera región de comunicación fluida 130 de la región de comunicación fluida adicional 135 mediante la relación sellada entre el miembro de obturación 210 y el miembro de cubierta 212 a la vez que también determina una presión umbral particular del fluido en la primera región de comunicación fluida 135 para permitir la conexión de la primera región de comunicación fluida y regiones de comunicación fluida adicionales, evitando de esta manera la conexión no deseada de la primera región de comunicación fluida y regiones de comunicación fluida adicionales hasta lograr dicha presión umbral deseada. El primer modo de operación de la válvula de drenaje de tubería 125 proporciona además alineación axial de los primeros puertos laterales 204 y los puertos laterales adicionales 208, de esta manera permite la comunicación fluida entre el anillo 122 y la perforación de tubería por encima del miembro de obturación 210 (que incluye la región de comunicación fluida adicional 135). La porción de la perforación de tubería por debajo del miembro de obturación permanece en comunicación fluida con el anillo 122 a través del puerto de entrada 140. La incapacidad del miembro de transporte 206, el miembro de cubierta 212 y el miembro de casquillo

214 de moverse independientemente uno del otro garantiza la alineación al menos parcial de los primeros puertos laterales 204 y los puertos laterales adicionales 208, garantiza que los primeros puertos laterales 204 permanezcan al menos parcialmente abiertos al anillo 122, y garantiza que la primera región de comunicación fluida 130 y la región de comunicación fluida adicional 135 se desconecten mediante la relación sellada entre el miembro de cubierta 212 y el miembro de obturación 210.

El primer modo de operación de la válvula de drenaje de tubería 125 corresponde a una situación en la que la ESP 150 se apaga y de esta manera no se introduce elevación artificialmente en un mecanismo de tubería 110 particular en un sistema de perforación de pozo 100. Si la ESP 150 se apaga debido a cierto requerimiento del sistema de perforación de pozo, el primer puerto lateral 204 y el puerto lateral adicional 208 permanecen abiertos al anillo 122 permitiendo de esta manera que el fluido entre y salga de la perforación de tubería a través del primer puerto lateral y los puertos laterales adicionales. La primera región de comunicación fluida y las regiones de comunicación fluida adicionales permanecen desconectadas para limitar el flujo forzado de fluido a través de la ESP 150.

La Figura 3A ilustra una sección transversal de una válvula de drenaje de tubería 125 en un modo de

operación intermedio 300. Las Figuras 3B y 3C ilustran versiones ampliadas de la sección de la Figura 3A contenida dentro de la casilla superior de línea discontinua y la casilla inferior de línea discontinua, respectivamente. El modo de operación intermedio corresponde a una situación en donde la válvula de drenaje de tubería ha estado recientemente en el primer modo de operación (Figuras 2A, 2B y 2C) y la ESP 150 se ha encendido recientemente. De esta manera, la presión de fluido en la primera región de comunicación fluida 130 ha excedido recientemente la presión umbral. La presión de fluido actúa sobre la base del miembro de obturación 210 y en una dirección hacia la región de comunicación fluida adicional 135. De esta manera, el miembro de cubierta 212 y la base 216 se separan. El miembro de cubierta 212 y el miembro de transporte 206 se mueven hacia la región de comunicación fluida adicional 135 con relación a sus posiciones con respecto al alojamiento 202 en el primer modo de operación 200 de la válvula de drenaje de tubería 125 (Figuras 2A, 2B y 2C) y permanecen en una relación sellada. Esto se debe a que el collar de cubierta 240 no puede liberarse de la cavidad 236 del anillo de bloqueo para de esta manera impedir el movimiento independiente del miembro de transporte 206 con respecto al miembro de cubierta 212. La separación entre el miembro de cubierta 212 y la base 216 se logra, por lo tanto, mediante el

deslizamiento axial del miembro de cubierta junto con el miembro de transporte hacia la región de comunicación fluida adicional 135 en respuesta a la presión de fluido.

El deslizamiento axial del miembro de transporte 206 con relación al alojamiento 202 resulta en una falta de alineación axial de los primeros puertos laterales 204 y los puertos laterales adicionales 208, de esta manera cierra el anillo 122 a la sección de perforación de tubería por encima del miembro de obturación 210 (que incluye la región de comunicación fluida adicional 135). Esto resulta en una situación en donde la primera región de comunicación fluida y las regiones de comunicación fluida adicionales se desconectan mediante la relación sellada entre el miembro de obturación 210 y el miembro de cubierta 212 mientras que el anillo 122 se desconecta simultáneamente de la sección de perforación de tubería por encima del miembro de obturación 210. Por lo tanto, el fluido no puede entrar/salir de la sección de perforación de tubería por encima del miembro de obturación 210 desde/hacia la primera región de comunicación fluida 135 y simultáneamente a través del primer puerto lateral y puertos laterales adicionales, lo que, en el caso de una parada de la ESP 150, por ejemplo, puede dañar o bloquear la ESP 150.

El movimiento axial del miembro de transporte 206 hacia la región de comunicación fluida adicional 135

también da como resultado un movimiento equivalente del miembro de casquillo 214 debido a que el collar de casquillo 242 se encuentra atrapado en el anillo de bloqueo 230. En el modo de operación intermedio de la

5 válvula de drenaje de tubería 125, el miembro de casquillo 214 se dispone para cerrar los primeros puertos laterales 204 al anillo 122 a fin de garantizar adicionalmente que el anillo se desconecte de la sección de perforación de tubería por encima del miembro de

10 obturación 210. El miembro de casquillo 214 se mueve con el miembro de transporte 206 hasta que colinda con un elemento de sujeción de casquillo superior 310 en el alojamiento 202. Esta posición del miembro de transporte 206 y el miembro de casquillo 214 con respecto al

15 alojamiento 202 permite que el collar de casquillo 242 se libere de la cavidad 236 del anillo de bloqueo a través de una primera cavidad de collar 315 en la superficie interna del alojamiento 202. El miembro de transporte 206 comprende un elemento de sujeción de casquillo inferior

20 320 que colinda con el miembro de casquillo 214 cuando el miembro de transporte se mueve hacia la primera región de comunicación fluida 130 y, por lo tanto, hacia el primer modo de operación 200 de la válvula de drenaje de tubería 125, abriendo de esta manera el primer puerto lateral

25 204.

El modo de operación intermedio 300 de la válvula de drenaje de tubería 125 puede corresponder a un caso en el que la ESP 150 se apaga y la válvula de drenaje de tubería, previamente en un modo de operación
5 adicional 400 de la válvula de drenaje de tubería 125 (Figuras 4A, 4B, 4C), regresa al primer modo de operación 200 de la válvula de drenaje de tubería 125 (Figuras 2A, 2B, 2C) bajo la influencia del elemento de polarización 218 y/o los elementos de polarización adicionales 222,
10 224. Por lo tanto, se impide que el fluido en el mecanismo de tubería 110 caiga a través de la ESP 150.

La Figura 4A ilustra una sección transversal de una válvula de drenaje de tubería 125 en un modo de operación adicional 400. Las Figuras 4B y 4C ilustran
15 versiones ampliadas de la sección de la Figura 4A contenida dentro de la casilla superior de línea discontinua y la casilla inferior de línea discontinua, respectivamente. En el modo de operación adicional 400 de la válvula de drenaje de tubería 125, la primera región de
20 comunicación fluida 130 se conecta a la región de comunicación fluida adicional 135. Esto se relaciona con una situación en donde la ESP 150 se apaga y la presión de fluido excede la presión umbral separando de esta manera el miembro de cubierta 212 de la base 216. El miembro de
25 cubierta 212 se ubica adicionalmente hacia la región de comunicación fluida adicional 135 con relación a su

posición con respecto al alojamiento 202 en el modo de operación intermedio 300 y el primer modo de operación 200 de la válvula de drenaje de tubería 125 (mediante el deslizamiento axial junto con el miembro de transporte 5 206) y está a una distancia máxima de la base 216. Esta distancia o punto de sujeción 405 está determinado por un elemento de sujeción 410 ubicado en la superficie interna del alojamiento 202 que colinda con una superficie superior del miembro de cubierta 212. El elemento de 10 sujeción 410 impide que el miembro de cubierta 212 se deslice adicionalmente de forma axial hacia la región de comunicación fluida adicional 135, junto con el miembro de transporte 206, con relación al alojamiento 202 en respuesta a la presión de fluido. Opcionalmente, este 15 elemento de sujeción 410 puede proporcionar además una superficie de soporte con la cual el anillo de bloqueo del miembro de transporte puede colindar en el primer modo de operación 200 de la válvula de drenaje de tubería 125 (Figuras 2A, 2B, 2C) que define un desplazamiento máximo 20 del miembro de transporte hacia la primera región de comunicación fluida 130. Ubicar el miembro de cubierta 212 en su desplazamiento máximo hacia la región de comunicación fluida adicional 130, de tal manera que el miembro de cubierta 212 colinde con el elemento de 25 sujeción 410, permite que el collar de cubierta 240 se libere del anillo de bloqueo 230 hacia una cavidad de

collar adicional 420 en la superficie interna del alojamiento 202. El miembro de transporte 206 puede entonces moverse de forma axial independientemente del miembro de cubierta 212 (y el miembro de casquillo 214).

5 Cuando el miembro de cubierta 212 colinda con el elemento de sujeción 410 y libera el collar de cubierta 240 del anillo de bloqueo 230, la presión de fluido que actúa sobre el miembro de obturación 210 da como resultado un deslizamiento axial adicional del miembro de transporte
10 206 hacia la región de comunicación fluida adicional 235 con relación al miembro de cubierta 212 y el alojamiento 202. Los elementos de polarización adicionales 222, 224 polarizan el miembro de transporte 206 hacia el miembro de cubierta 212 y la primera región de comunicación fluida
15 130; sin embargo, la presión de fluido en el modo de operación adicional 400 de la válvula de drenaje de tubería 125 es suficiente para deslizar adicionalmente de forma axial el miembro de transporte 206 hacia la región de comunicación fluida adicional 135 y lejos del miembro
20 de cubierta 212. Se entenderá que los dos elementos de polarización adicionales 222, 224 que se ilustran en las Figuras 2A - 2C están presentes en el modo de operación intermedio 300 y en el modo de operación adicional 400 de la válvula de drenaje de tubería 125 y no se muestran en
25 las Figuras 3A - 4C para claridad ilustrativa solamente.

Los dos elementos de polarización adicionales 222, 224 son resortes.

Este deslizamiento adicional del miembro de transporte ubica el miembro de transporte 206 (y, por lo tanto, el miembro de obturación 210) en una relación no sellada con el miembro de cubierta 212, en donde el miembro de obturación 210 y el miembro de cubierta 212 están separados. El miembro de transporte 206 comprende al menos un canal próximo al, o dentro del, miembro de obturación 210 a través del cual el fluido puede fluir desde la primera región de comunicación 130, conectando de esta manera la primera región de comunicación fluida 130 y la región de comunicación fluida adicional 135. Se entenderá que el canal 430 estará cerrado a la primera región de comunicación fluida 130 cuando el miembro de obturación 210 y el miembro de cubierta 212 se dispongan en una relación sellada. Se entenderá además que el movimiento axial adicional del miembro de transporte 206 hacia la región de comunicación fluida adicional 135 con relación a su posición con respecto al alojamiento en el modo de operación intermedio 300 de la válvula de drenaje de tubería 125 (Figura 3A, 3B, 3C) dispone los primeros puertos laterales 204 y los puertos laterales adicionales 208 en una relación no alineada. El miembro de casquillo 214 permanece dispuesto para cerrar el primer puerto lateral 204 al anillo.

Al apagar la ESP, se entenderá que los elementos de polarización adicionales 222, 224 y/o el elemento de polarización 218 polarizarán el miembro de cubierta para moverlo axialmente hacia la primera región de comunicación fluida a fin de que colinde con la base debido a la presión de fluido reducida en ausencia de elevación artificial. Dicha reducción de la presión de fluido debido a que la ESP se ha apagado también dará como resultado que los elementos de polarización adicionales 222, 224 polaricen el miembro de transporte hacia la primera región de comunicación fluida de tal manera que el miembro de transporte 206 regresa para estar en una relación sellada con el miembro de cubierta 212 a través del miembro de obturación 210. Dependiendo de la caída de presión y las propiedades del primer elemento de polarización y los elementos de polarización adicionales 222, 224, la válvula de drenaje de tubería 125 puede, durante un corto período de tiempo o instantáneamente, regresar al modo de operación intermedio 300 antes de regresar al primer modo de operación 200, en donde la primera región de comunicación fluida y las regiones de comunicación fluida adicionales están desconectadas. Se entenderá que el collar de casquillo 242 y el collar de cubierta 240 regresarán a un estado atrapado dentro del anillo de bloqueo 230 en ausencia de elevación, garantizando de esta manera que el miembro de casquillo 214, el miembro de cubierta 212 y el miembro de transporte

no puedan moverse axialmente de forma independiente una vez entrelazados.

La Figura 5A ilustra una unidad de polarización 500 que puede integrarse en el alojamiento 202 de la 5 válvula de drenaje de tubería 125. La unidad de polarización 500 se observa a lo largo de un eje que corresponde al eje principal del mecanismo de tubería cuando está instalado. En particular, la unidad de polarización 500 está integrada en la base 216. Se 10 entenderá que la unidad de polarización 500 puede incluirse opcionalmente en una posición diferente en el alojamiento 202. Se entenderá además que la unidad de polarización 500 puede incluirse en el miembro de cubierta 212. La unidad de polarización 500 comprende el 15 elemento de polarización 218. El elemento de polarización comprende, opcionalmente, un imán 505. Opcionalmente, el imán 505 es un imán en forma de anillo. Opcionalmente, el elemento de polarización 218 puede comprender imanes segmentados dispuestos en un anillo. Opcionalmente, el 20 elemento de polarización 218 puede comprender múltiples imanes dispuestos en cualquier configuración adecuada. Opcionalmente, el elemento de polarización 218 puede comprender cualquier otro dispositivo de polarización adecuado. Opcionalmente, cuando se instala en una válvula 25 de drenaje de tubería 125, el imán 505 proporciona una fuerza de polarización de entre 1000 N y 5000 N en un

miembro de cubierta 212. Opcionalmente, cuando se instala en una válvula de drenaje de tubería 125, el imán 505 proporciona una fuerza de polarización de aproximadamente 3300 N en un miembro de cubierta 212. Opcionalmente, la fuerza de polarización decae de manera que a distancias inferiores a un metro hasta el imán, la magnitud de la fuerza de polarización se reduce significativamente. Opcionalmente, la fuerza de polarización decae de manera que a distancias de aproximadamente unos pocos centímetros hasta el imán, la magnitud de la fuerza de polarización se reduce significativamente.

El elemento de polarización 218 se ubica dentro de un recipiente con forma de anillo 510. El recipiente 510 comprende una región de corte en la que el elemento de polarización 218 se ubica de tal manera que la disposición de polarización 500 es similar a un anillo. Opcionalmente, el elemento de polarización 218 se fija al recipiente 510. Opcionalmente, el elemento de polarización 218 se fija al recipiente mediante un adhesivo. Opcionalmente, este adhesivo es/comprende resina epoxi. Opcionalmente, este adhesivo es Loctite 648. Opcionalmente, cualquier otro adhesivo adecuado. Opcionalmente, el elemento de polarización 218 se fija para proporcionar una fuerza de tracción de elemento de polarización 218 a recipiente de hasta 100 N/mm^2 . Opcionalmente, la fuerza de tracción de elemento de polarización 218 a recipiente 510 es de

aproximadamente 25 N/mm². Opcionalmente, se proporciona una fuerza de tracción de elemento de polarización 218 a recipiente 510 de entre 1000 mm² y 10000 mm². Opcionalmente, se proporciona una fuerza de tracción de elemento de polarización 218 a recipiente 510 de aproximadamente 5000 mm².

El elemento de polarización 218 y el recipiente 510 se disponen para rodear un espacio interno 520 que proporciona una porción de la perforación de tubería a través de la cual puede fluir el fluido. Opcionalmente, uno o más de otros materiales pueden disponerse entre el elemento de polarización 218 y el espacio interno 520. Opcionalmente, uno o más de otros materiales pueden disponerse entre el recipiente 510 y el espacio interno 520. Opcionalmente, estos materiales son poliméricos. Opcionalmente, el elemento de polarización 218 se cubre al menos parcialmente con revestimiento 220. Opcionalmente, este revestimiento se forma a partir de un material polimérico. Opcionalmente, el revestimiento se forma a partir de poliéter éter cetona (PEEK, por sus siglas en inglés). Opcionalmente, este revestimiento es un nailon. Opcionalmente, este revestimiento es metálico. Opcionalmente, este revestimiento se forma a partir de cualquier otro material adecuado. Opcionalmente, el revestimiento 220 tiene un grosor de entre 0 mm y 10 mm. Opcionalmente, el revestimiento 220 tiene un grosor de

entre 0 mm y 1 mm. Opcionalmente, el revestimiento 220 tiene un grosor de entre 0,1 mm y 0,15 mm. Opcionalmente, el revestimiento cubre las superficies expuestas del elemento de polarización 218. Opcionalmente, la
5 superficie o superficies del elemento de polarización 218 en contacto con (y opcionalmente adheridas a) el recipiente 510 no incluyen revestimiento.

La Figura 5B ilustra una sección transversal de una unidad de polarización 500 a lo largo del eje A-A que
10 se ilustra en la Figura 5A. La disposición del elemento de polarización 218 que se ubica en una región de corte 530 del recipiente puede verse más claramente. Se muestra la disposición en forma de anillo de la unidad de polarización 500 que rodea al menos parcialmente el
15 espacio interno 520. Se indican las superficies de soporte 240, 245 del elemento de polarización 218 que opcionalmente pueden adherirse al recipiente. Se indican las superficies expuestas 250, 255, que opcionalmente pueden cubrirse con revestimiento 220. Se entenderá que
20 el elemento de polarización 218 en las Figuras 2A, 2C, 3A, 3C, 4A, 4C, 5A y 5B es un imán.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta especificación, las palabras “comprende” y “contiene” y las variaciones de estas
25 significan “que incluye, pero no se limita a”, y no pretenden excluir (y no excluyen) otras entidades,

aditivos, componentes, números enteros o etapas. A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta especificación, el singular abarca el plural a menos que el contexto requiera lo contrario. En particular, cuando se
5 usa el artículo indefinido, la especificación debe entenderse como que contempla la pluralidad así como la singularidad, a menos que el contexto requiera lo contrario.

Debe entenderse que las funciones, números
10 enteros, características o grupos descritos junto con un aspecto, modalidad o ejemplo particular de la invención son aplicables a cualquier otro aspecto, modalidad o ejemplo descrito en la presente descripción a menos que sean incompatibles con ellos. Todas las características
15 descritas en esta especificación (que incluyen cualquiera de las reivindicaciones, resumen y figuras adjuntas), y/o todas las etapas de cualquier método o proceso descrito de esta manera, pueden combinarse en cualquier combinación, excepto las combinaciones donde al menos
20 algunas de las características y/o etapas son mutuamente excluyentes. La invención no se limita a ningún detalle de ninguna de las modalidades anteriores. La invención se extiende a cualquier característica novedosa, o combinación novedosa de las características descritas en
25 esta especificación (que incluyen cualquiera de las reivindicaciones, resumen y figuras adjuntas), o a

cualquier característica novedosa, o cualquier combinación novedosa, de las etapas de cualquier método o proceso descrito de esta manera.

La atención del lector se dirige a todos los
5 papeles y documentos que se presentan simultáneamente con o
antes de esta especificación en relación con esta solicitud
y que están abiertos a la inspección pública con esta
especificación, y el contenido de todos esos papeles y
documentos se incorpora en la presente descripción como
10 referencia.